

## Ответы на вопросы викторины

### 1. Как ведут себя в невесомости песочные часы?

Который час, его спросили здесь –  
А он ответил любопытным: «Вечность».

*Мандельштам*

- ✚ **Песочные часы** — простейший прибор для отсчёта промежутков времени, состоящий из двух сосудов, соединённых узкой горловиной, один из которых частично заполнен песком.
- ✚ Время, за которое песок через горловину пересыпается в другой сосуд, может составлять от нескольких секунд, до нескольких часов.
- ✚ Дата возникновения первых песочных часов неизвестна. Однако принцип песочных часов был известен в Азии значительно раньше начала нашего летоисчисления.



- ✚ Западноевропейские страны стали иметь дело с песочными часами лишь в конце средневековья.
- ✚ Перед вами песочные часы *Эразма Роттердамского*:

Интернет-проект «Удивительный мир физики» 2012/2013 учебного года  
2 тур, апрель 2013 г.  
возрастная категория «10 класс»  
Игровой номер 13f188



- ✚ Несмотря на то что песочные часы появились в Европе поздно, они быстро распространились. Этому способствовали их простота, надежность, низкая цена и не в последнюю очередь возможность измерять с их помощью время в любой момент дня и ночи.
- ✚ **Недостатком** был короткий интервал времени, который можно было измерить, не переворачивая эти часы. Обычно песочные часы рассчитывались на работу **в течение получаса или часа**. Реже встречались песочные часы, рассчитанные на непрерывное измерение времени в течение 3 ч, и лишь в совершенно редких случаях строили огромные песочные часы, рассчитанные на 12 ч хода.



- ✚ Точность песочных часов зависела от технологии изготовления самого песка, также от формы колб, от гладкости их внутренних стенок. Развитие производства стекла позволили выпускать колбы с гладкими внутренними стенками, что дало возможность песку максимально равномерно перетекать из верхней части в нижнюю.
- ✚ Приготовление песка для часов считалось в старину делом, требующим особого умения. Его изготавливали из обожженного мелкозернистого песка или из жареных перетертых яичных скорлупок, или из цинковой и свинцовой пыли.

- ✚ В 1339 году в Париже обнаружено описание песочных часов с порошком из черного мрамора. Говорили, что *самый лучший* песок получается из мраморных опилок, если их прокипятить девять раз с вином, снимая каждый раз пену, и после этого высушить на солнце.
- ✚ Песочные часы никогда *не достигали точности солнечных часов*, поскольку зерна песка постепенно дробились на более тонкие, а отверстие в середине постепенно истиралось и увеличивалось. Песочные часы благодаря своей форме и простоте работы сохранили некоторое значение вплоть до последнего времени, например, ими пользовались телефонные станции для учета времени коротких телефонных разговоров, в залах судебных заседаний и для некоторых нужд в домашнем хозяйстве.
- ✚ Большое *значение песочные часы имели на кораблях*: в пасмурную погоду, когда по небесным светилам нельзя было определить время, его узнавали по песочным часам. На российских судах их называли *«склянками»*. Каждые полчаса, при переворачивании «склянки», били в колокол. Отсюда, собственно, и пошло выражение — *«бить склянки»*. Юнги отмеряли получасовые отрезки времени и били в колокол.
- ✚ Раньше люди носили песочные часы *даже на ноге*, пристегнув их к ноге ниже колена. Лучший песок для таких часов был из толченого мрамора.
- ✚ На протяжении сотен лет песочные часы не раз пытались усовершенствовать. Так, астроном Тихо Браге заменил песок *ртутью*. Стефан Фарфлер и Гролле де Сервье изготовили *пружинные механизмы для переворачивания часов*. Но все эти новшества не прижились. А вот простейшими песочными часами люди пользуются и по сей день.



Интернет-проект «Удивительный мир физики» 2012/2013 учебного года  
2 тур, апрель 2013 г.  
возрастная категория «10 класс»  
Игровой номер 13f188

✚ И до недавних пор песочные часы использовались медиками для *подсчета пульса пациента*. Они выполнялись в виде компактного прибор-ручки и были рассчитаны на длительность до 30 секунд.

Интересные песочные часы установлены на улице города Маинц в Германии:



А вот ещё одни *"курьезные" песочные часы*. Стекланный баллон заполняется жидкостью большой плотности и веществом из мелких частиц с плотностью значительно меньшей, чем жидкость. Эти часы работают в "обратную" сторону (снизу вверх).



- **Частички, как более легкие, скапливаются в жидкости в верхней части сосуда.** После переворачивания частицы стремятся вверх, просачиваясь через узкий перешеек, и через некоторое время вновь собираются в верхней части.
- **Невесомость** — состояние, при котором сила взаимодействия тела с опорой (вес тела), возникающая в связи с гравитационным притяжением, действием других массовых сил, в частности силы инерции, возникающей при ускоренном движении тела, отсутствует. Иногда можно слышать другое название этого эффекта — **микрोगравитация**. Это название неверно для околоземного полета. Гравитация (сила притяжения) остаётся прежней. Но при полете на больших расстояниях от небесных тел, когда их гравитационное влияние пренебрежимо мало, действительно возникает **микрोगравитация**.

**Ответ:** В невесомости песочные часы работать не будут. В невесомости следует использовать пружинные часы, так как маятниковые и песочные не будут работать при нулевом весе.

## 2. Как определить какое тело имеет большую массу, находясь на космической станции?

### Метод №1

- ✚ Для процедуры взвешивания на борту МКС имеется нечто вроде стула на пружинах, который моторчики раскачивают с выверенным усилием. Частота колебаний стула зависит от массы груза, так что астронавту

Интернет-проект «Удивительный мир физики» 2012/2013 учебного года  
2 тур, апрель 2013 г.  
возрастная категория «10 класс»  
Игровой номер 13f188

достаточно немного покачаться в таких качелях, чтобы через некоторое время электроника посчитала и выдала искомый результат.





Интернет-проект «Удивительный мир физики» 2012/2013 учебного года  
2 тур, апрель 2013 г.  
возрастная категория «10 класс»  
Игровой номер 13f188



**Метод №2**

- ✚ В отличие от существующей технологии определения массы тела космонавтов **новый метод** не только работает быстрее, но ещё и не требует отвлечения внимания человека.
- ✚ **Кармело Белардо** из института Eurecom разработал необычную систему взвешивания астронавтов и космонавтов там, где собственно **веса-то** и нет и обычные весы работать не могут.
- ✚ Учёный решил задействовать возможности **камеры Kinect**. Этот прибор чувствует глубину объектов, сцены и используется в качестве игрового контроллера (ради чего в своё время и затевался Project Natal). Однако учёные не первый раз приспособливают этот прибор для необычных установок (можно вспомнить голографическое ТВ, невидимый телефон и дисплей обогащённой реальности).
- ✚ В системе Белардо такая камера помогает строить **трёхмерную цифровую модель** тела человека, попавшего в поле зрения объектива. Придуманной изобретателем и его соратниками софт анализирует форму и размеры человека, а также его движения. Далее все эти параметры пересчитываются в массу с использованием статистической модели, построенной на основе анализа антропометрических данных 28 тыс. человек.

- ✚ Новатор утверждает, что точность определения веса новым методом составляет **97%**, что соответствует **ошибке в 2,5–3 кг**. Это не так уж и плохо, поскольку в ходе космического полёта члены экипажа станции могут терять до 15% массы тела. Правда, нынешний способ её измерения даёт погрешность в 0,5%.
- ✚ *Новый вариант если не заменит «прыгающий стул», то сможет дополнить его.* Дело не только в том, что для взвешивания человеку достаточно будет просто проплыть перед объективом. Камера не займёт много места на станции и не потребует много энергии для работы. Так что ей можно доверить непрерывный контроль за весом экипажа.
- ✚ Специалисты, однако, указывают, что микрогравитация приводит к некоторому *перераспределению воды в телах астронавтов*. Так что для определения их массы на глазок необходимо учитывать этот эффект. Велардо, впрочем, сможет подкорректировать свой алгоритм. Исследователь собирается испытать технологию в невесомости – на борту самолёта, летящего по параболе.
- ✚ Своё изобретение Кармело представил на первой международной конференции по новым приложениям обработки сигналов (ESPA), которая была в Лас-Вегасе 12 января 2012 года.

*Этим методом можно определить массу тела, находясь на космической станции.*

### **Метод №3**

*Поддействовать на тело известной силой (силой упругости пружины) и измерить ускорение полученное телом. Отношение силы к ускорению даст величину массы тела.*

### **Метод №4**

*На космической станции массу тела можно определить с помощью рычажных весов и гирь. Нужно потянуть за середину коромысла весов. Если массы тела и гирь равны, то равновесие весов не нарушится.*

**Ответ.**



- Массу каждого тела можно измерить *любым из четырех методов*, затем сравнить массы.
- Для точности можно провести большое количество измерений для тела, найти среднее значение, вычислить ошибки с учетом погрешности измерений.
- *Третий и четвертый методы* более доступны и просты, а *первый и второй методы* – более современные и точны. *Второй метод* более удобен, т.к. камера Kinect не занимает много места на борту космического корабля, не требует большой энергии.

### 3. Чем отличается молоток, используемый на орбитальной космической станции от обычного молотка?

#### Ответ.

- ✚ Основной частью обычного молотка является компактная масса из сплошного материала, обычно металла, которая может использоваться для удара по чему-либо и при этом не деформироваться. Для удобства исполнения ударов и для большего размаха ударная часть молотка насаживается на ручку, которая может делаться также из металла, либо из дерева или пластмассы.



- ✚ **Для работы в невесомости** используется молоток, *не отскакивающий при ударе*. Его пустотелый боёк заполнен тяжелой металлической дробью.
- ✚ Космический молоток лишь внешне похож на домашний. *Внутри он полый*. Если потряхнуть им — услышишь характерный перестук дроби. Это перемешиваются металлические шарики, которыми заполнили молоток. Благодаря такой конструкции молоток получился *безотбойным* — при ударе по металлической детали он не отскакивает. Шарики принимают на себя реакцию отдачи, трутся друг о друга, гасят энергию отскока.

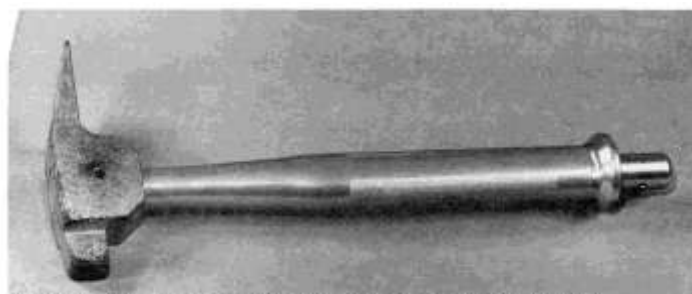


Fig. 34. Heavier weight hammer of the type used on Apollo 14, 15, 16, and 17 (NASA photo ST1-22471).

#### 4. Чем отличается процесс замерзания воды на Земле и на космической орбите?

*Вода стоит особняком в истории нашей планеты. Нет природного тела, которое могло сравниться с ней по влиянию на ход основных, самых грандиозных геологических процессов.*

*Вернадский.*

#### Ответ.

##### *Замерзание воды на земле.*

- ✚ При отвердевании вещества средняя кинетическая энергия и скорость молекул уменьшаются. Силы притяжения могут удерживать медленно движущиеся молекулы друг около друга.
- ✚ Расположение частиц становится упорядоченным. Выделяющиеся при кристаллизации энергии расходуются на поддержания постоянной температуры – *образуется кристалл*.



### **Замерзание воды на космической орбите.**

- ✚ **Замерзание воды в космосе проходит как обычно:** на разрыв связей с соседями молекулы воды необходимо потратить энергию, поэтому когда сбегавшая из капли молекула *улетает, она понижает температуру покинутого тела.*
- ✚ **Испарение** может происходить одновременно *с активным кипением* — это зависит от внешнего давления и температуры капли.
- ✚ В конце концов, *оставшиеся молекулы*, если останутся (это зависит от размера капли), будут вынуждены перейти из жидкого состояния в твёрдое. **При низких давлениях** (ниже тройной точки воды — 610 Па) вода может существовать только в твёрдом или газообразном состоянии.
- ✚ **В условиях вакуума** лёд будет продолжать испаряться или иначе сублимироваться, продолжая понижать свою температуру. Для того, чтобы исследовать испарения капли воды в вакууме, нет необходимости выходить в космос — достаточно откачать воздух из объёма и поместить туда каплю. **Сублимация (возгонка)** — переход вещества из твёрдого состояния сразу в газообразное, минуя жидкое.
- ✚ **Вода** — это один из необычных веществ на всей планете, обладающая множеством свойств, способных сделать ее уникальной. Приведем пример: самая большая плотность у воды появляется при температуре +4 °С. Благодаря этому вода в водоемах замерзает сверху водоема, а не наоборот.
- ✚ Вода замерзает при 0 градусов. Это обычное свойство воды. Эта температура является второй опорной точкой термометра. Из-за своих неподчинений различным физическим и химическим закономерностям, воду можно назвать — **непослушным веществом.**

✚ **Температура, при которой замерзает вода**, равняется 0 градусов по Цельсию. Но этот фактор можно с уверенностью оспорить. Для этого проведем небольшой эксперимент. Если взять стакан очищенной от посторонних примесей и солей воды, то она не поменяет свою структуру, даже если температура будет на 2 -3 градуса ниже замерзания. Но если бросить в эту воду кусок льда, то вода начнет замерзать хорошо заметными кристаллами у вас на глазах. Объясняется это тем, что процесс кристаллизации начинается на частицах пыли, на воздушных пузырьках, на царапинах и повреждениях сосуда. Вот именно поэтому тщательно очищенная либо дистиллированная вода сможет оставаться в жидком состоянии, когда обычная вода уже превратится в лед. Опыты, проводившиеся в лабораторных условиях, показали, что вода в определенных условиях может оставаться в жидком состоянии даже при температуре – 70 °С.



### ***Вода в тройке самых популярных молекул***

✚ **Новые наблюдения** избранных областей нашей Галактики показали, что содержание воды выше, чем ожидали. Из новых измерений следует, что ***вода находится на третьем месте по распространённости среди всех***

*молекул* и даёт астрономам возможность исследовать содержание элементов в областях, где образуются новые планетарные системы.

- ✚ С помощью Инфракрасной Космической Обсерватории (European Space Agency) испанские и итальянские астрономы впервые измерили содержание воды *в холодных областях нашей Галактики*. Особенно интересно то, что в этих областях образуются звёзды типа Солнца, а около некоторых из них могут образоваться планеты. Средняя температура в этих холодных областях *минус 263 градуса по Цельсию* (всего лишь на 10° выше абсолютного нуля). Эти области называются "спокойными" или "холодными" облаками, так как в них не образуются массивные звёзды, а значит и нет сильного внутреннего источника тепла. Таких облаков в нашей Галактике около миллиона.
- ✚ Учёные также определили, сколько воды находится в газовой фазе, а сколько - в виде льда. Это важно для изучения процесса образования планетарных систем, так как пары воды и лёд есть в газовых планетах, в планетарных атмосферах и в твёрдых телах типа комет.
- ✚ При температурах, характерных для холодных облаков, трудно обнаружить пары воды, так как они излучают слишком слабо, чтобы быть обнаруженными современными телескопами. С другой стороны, вода в жидкой форме не существует в космосе из-за слишком неподходящих условий по температуре и давлению. Таким образом, до недавнего времени в холодных облаках был обнаружен только лёд. Но астрономы знают, что пары воды также должны быть в холодных облаках, даже если и в малом количестве. Чтобы оценить полное содержание воды в холодных облаках и относительное содержание по сравнению с другими молекулами, необходимы измерения паров воды.
- ✚ "Можно ожидать, что в холодных областях вода должна быть в виде льда, так как водяные пары конденсируются на холодных пылинках," -

объясняет итальянский астроном Andrea Moneti. В тёплых областях, наоборот, звезда нагревает окружающую среду и лёд испаряется с пылинок. Таким образом, правило такое: *чем холоднее облако, тем меньше в нём паров воды.*"

- ✚ Чтобы исследовать пары воды в холодных облаках, группа учёных применила следующую стратегию. Известно, что если свет от удалённого объекта проходит через пары воды на своём пути к Земле, то пары воды оставляют свой "отпечаток" на этом свете, а именно, в спектре пришедшего излучения появляются линии или полосы поглощения. Таким образом учёные и обнаружили пары воды в холодных облаках, что дало возможность *определить полное содержание воды (пары + лёд)*.
- ✚ Оказалось, что в холодных облаках так же много воды (пары + лёд), как и в областях активного звездообразования. А самый главный результат заключается в том, что после молекулярного водорода и окиси углерода, вода - *самая распространённая молекула*. Например, в одном из холодных облаков с массой в тысячу масс Солнца, количество воды (пары + лёд) эквивалентно сотне масс Юпитера.
- ✚ Учёные также нашли, что в холодных облаках *99 процентов* воды представляет *собой лёд, сконденсировавшийся на холодных пылинках*, и только 1 процент - в газовой форме. Эти результаты помогут понять роль воды в образовании планет и комет

*Общее количество воды в виде льда или пара, которая находится на планетах и спутниках Солнечной системы, значительно превосходит все земные запасы.*

- ✚ Гигантские массы льда толщиной в тысячи километров сосредоточены в глубинах таких планет-гигантов, как *Сатурн и Юпитер*. Спутник Юпитера, Европа покрыта льдом, под которым, по предположениям ученых находится вода в жидком состоянии. Большое количество льда найдено на поверхностях таких планет, как Нептун и Уран. Тритон,



Интернет-проект «Удивительный мир физики» 2012/2013 учебного года  
2 тур, апрель 2013 г.  
возрастная категория «10 класс»  
Игровой номер 13f188

самый большой спутник Нептуна тоже в основном состоит из водяного льда.

- ✚ Огромное количество льда, по предположению астрофизиков находится и за границами Солнечной системы, в "*облаке Оорта*". Это облако представляет собой остатки формирования нашей Солнечной системы. Оно состоит из комет, орбиты которых указывают на их принадлежность к нашей планетной системе. Ядра комет состоят из гигантских глыб из льда и снега, со вкраплениями частиц комической пыли. Число этих комет может достигать нескольких триллионов, а общая масса в десятки и сотни раз больше массы Земли.